



(11) **EP 2 551 635 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.01.2013 Patentblatt 2013/05

(51) Int Cl.:
G01C 1/02^(2006.01) G02B 5/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11175392.7**

(22) Anmeldetag: **26.07.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Hinderling, Jürg**
9437 Marbach (CH)
• **Siercks, Knut**
9402 Mörschwil (CH)

(71) Anmelder: **Hexagon Technology Center GmbH**
9435 Heerbrugg (CH)

(74) Vertreter: **Gyaja, Christoph Benjamin**
Kaminski Harmann
Patentanwälte AG
Landstrasse 124
9490 Vaduz (LI)

(54) **Optisches Messsystem mit Filtereinheit zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung**

(57) Die Erfindung betrifft ein optisches Messsystem zur Bestimmung von Koordinaten von Punkten, insbesondere zur Entfernungsmessung, insbesondere geodätisches Vermessungsgerät, Koordinatenmessmaschine oder Scannvorrichtung. Das Messsystem weist eine Strahlungsquelle (52,53) zur Emission elektromagnetischer Strahlung mit einer Emissionswellenlänge und eine Empfangseinheit mit einer Filtereinheit (51) zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung eines definierten Wellenlängenbereichs nach dem Interferenzprinzip und einem derart angeordneten Detektor (56) auf, dass die mittels der Filtereinheit (51) extrahierbare Strahlung mit dem Detektor (56) erfassbar ist. Zudem weist die

Filtereinheit (51) wenigstens zwei mehrschichtig aufgebaute, zumindest teilreflektierende Spiegelelemente

auf, wobei die Spiegelelemente im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und jeweils zwei benachbarte Spiegelelemente eine Kavität einschliessen und mit einem bestimmten Abstand zueinander angeordnet sind. Durch einen Brechungsindex der Kavität und durch den Abstand zwischen den Spiegelelementen ist eine optische Dicke definiert. Optische-Dicke-Veränderungsmittel sind zur Variation der optischen Dicke vorgesehen, sodass ein extrahierbarer Wellenlängenbereich der Filtereinheit (51) verändert wird, insbesondere wobei die Optische-Dicke-Veränderungsmittel Stellmittel zu einer Lageveränderung der Spiegelelemente und/oder Brechindex-Einstellmittel zu einer Veränderung des Brechungsindex der Kavität aufweisen, insbesondere wobei die optische Dicke im Betrieb fortlaufend variierbar ist.

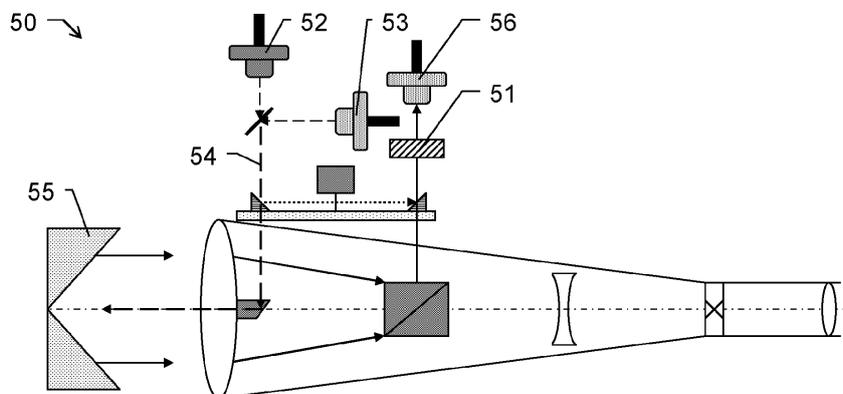


Fig.10

EP 2 551 635 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisches Messsystem zur Bestimmung von Koordinaten von Punkten mit einer Strahlungsquelle und einer Empfangseinheit mit einer Filtereinheit zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung eines definierten Wellenlängenbereichs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Verwendung der Filtereinheit zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung mit einem optischen Messsystem nach Anspruch 14 und ein entsprechendes Verfahren nach Anspruch 15.

[0002] Zum Vermessen eines Zielpunktes sind seit der Antike zahlreiche geodätische Vermessungsgeräte bekannt. Als räumliche Standarddaten werden dabei Richtung bzw. Winkel und meist auch Entfernung von einem Messgerät zum zu vermessenden Zielpunkt aufgenommen sowie insbesondere die absolute Position des Messgerätes nebst eventuell vorhandenen Bezugspunkten erfasst.

[0003] Allgemein bekannte Beispiele für solche geodätische Vermessungsgeräte stellen Theodolit, Tachymeter, Totalstation und auch Laserscanner, die in den Varianten terrestrisch und airborne ausgeführt sind, dar. Eine geodätische Messvorrichtung des Stands der Technik ist beispielsweise in der Veröffentlichungsschrift EP 1 686 350 beschrieben. Derartige Geräte verfügen über elektrosensorische Winkel- und ggf. Distanzmessfunktion, welche eine Richtungs- und Distanzbestimmung zu einem ausgewählten Ziel erlauben. Die Winkel- bzw. Distanzgrößen werden dabei im inneren Bezugssystem des Gerätes ermittelt und müssen für eine absolute Positionsbestimmung ggf. noch mit einem äusseren Bezugssystem verknüpft werden.

[0004] Moderne Totalstationen verfügen über Mikroprozessoren zur digitalen Weiterverarbeitung und Speicherung erfasster Messdaten. Die Geräte weisen in der Regel eine kompakte und integrierte Bauweise auf, wobei meist koaxiale Distanzmesselemente sowie Rechen-, Steuer- und Speichereinheiten in einem Gerät vorhanden sind. Abhängig von der Anwendung sind Totalstationen zudem mit einer Motorisierung der Anziel- bzw. Visiereinrichtung sowie - im Fall der Verwendung von Retroreflektoren (etwa eines Rundum-Prismas) als Zielobjekte - Mittel zur automatischen Zielsuche und -verfolgung ausgerüstet. Als Mensch-Maschine-Schnittstelle kann die Totalstation eine elektronische Anzeige-Steuereinheit - im Allgemeinen eine Mikroprozessor-Recheneinheit mit elektronischen Datenspeichermitteln - mit Display und Eingabemitteln, z.B. einer Tastatur, aufweisen. Der Anzeige-Steuereinheit werden die elektrosensorisch erfassten Messdaten zugeführt, sodass die Position des Zielpunktes durch die Anzeige-Steuereinheit ermittelbar, optisch anzeigbar und speicherbar ist.

[0005] Zum Anvisieren bzw. Anzielen des zu vermessenden Zielpunktes weisen gattungsgemässe geodätische Vermessungsgeräte wie Totalstationen ein Zielfernrohr, wie z.B. ein optisches Teleskop, als Visiereinrichtung auf. Das Zielfernrohr ist im Allgemeinen um eine

vertikale Stehachse und um eine horizontale Kippachse relativ zu einer Basis des Messgeräts drehbar, sodass das Fernrohr durch Schwenken und Kippen auf den zu vermessenden Punkt ausgerichtet werden kann. Moderne Geräte können additiv zum optischen Sichtkanal eine in das Zielfernrohr integrierte und beispielsweise koaxial oder parallel ausgerichtete Kamera zur Erfassung eines Bildes aufweisen, wobei das erfasste Bild insbesondere als Live-Bild auf dem Display der Anzeige-Steuereinheit und/oder auf einem Display des zur Fernsteuerung verwendeten Peripheriegeräts - wie z.B. des Datenloggers - dargestellt werden kann. Die Optik der Visiereinrichtung kann dabei einen manuellen Fokus - beispielsweise eine Stellschraube zur Veränderung der Position einer Fokussieroptik - aufweisen oder über einen Autofokus verfügen, wobei das Verändern der Fokusposition z.B. durch Servomotoren erfolgt. Beispielsweise ist eine solche Visiereinrichtung eines geodätischen Vermessungsgeräts in der EP 2 219 011 beschrieben. Automatische Fokussiereinrichtungen für Zielfernrohre geodätischer Geräte sind z.B. aus der DE 197 107 22, der DE 199 267 06 oder der DE 199 495 80 bekannt. Zudem ist der Aufbau gattungsgemässer Zielfernrohre von geodätischen Geräten beispielhaft in den Veröffentlichungsschriften EP 1 081 459 oder EP 1 662 278 gezeigt.

[0006] Aufgrund des meist sowohl als Sichtkanal als auch für Messungen gemeinsam zu nutzenden Strahlengangs erfordern solche Geräte dessen technische Auslegung in der Bauweise eines Teleskops mit spezialisierten, hochpräzisen und aufwändig herzustellenden Optiken. Des Weiteren können für die koaxiale elektronische Distanzmessung ein zusätzlicher separater Send- und Empfangskanal sowie eine zusätzliche Bildebene für die Wellenlänge des Distanzmessers vorgesehen sein.

[0007] Da Zielobjekte (z.B. die für geodätische Zwecke meist verwendeten Lotstäbe mit Zielmarke wie einem Rundum-Prisma) anhand der Visiereinrichtung trotz der oft bereitgestellten 30-fachen optischen Vergrößerung mit blossem Auge nicht genügend präzise angezielt werden können, weisen gängige Vermessungsgeräte inzwischen standardmässig eine automatische Zielverfolgungs-Funktion für als Zielreflektor dienende Prismen (ATR: "Automatic Target Recognition") auf. Dafür sind gängigerweise eine weitere separate ATR-Lichtquelle - z.B. eine fasergekoppelte Laserdiode, die elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge vorzugsweise im infraroten Bereich von beispielsweise 850 nm emittiert - und ein spezieller, für diese Wellenlänge sensitiver ATR-Detektor (z.B. CMOS-Flächensensor) zusätzlich im Teleskop integriert.

[0008] Im Rahmen der ATR-Feinanziefunktion wird dabei in Richtung der optischen Zielachse der Visiereinrichtung der ATR-Messstrahl emittiert, dieser wird am Zielreflektor retroreflektiert und der reflektierte Strahl vom ATR-Sensor erfasst. Je nach Abweichung der Ausrichtung der optischen Zielachse vom Prisma weicht dabei auch die Auftreffposition der reflektierten Strahlung

auf dem ATR-Sensor von einer zentralen Sensorflächenposition ab (d.h. der Reflexfleck des am Prisma retro-reflektierten ATR-Messstrahls auf dem ATR-Flächensensor liegt nicht im Zentrum des ATR-Flächensensors und trifft somit nicht auf einer SollPosition auf, die z.B. anhand Kalibrierung als jene mit der optischen Zielachse korrespondierende Position festgelegt wurde).

[0009] Ist dies der Fall, so wird motorisiert die Ausrichtung der Visiereinrichtung derart geringfügig nachgestellt, dass der am Prisma retro-reflektierte ATR-Messstrahl hochpräzise im Zentrum der Sensorfläche auf dem ATR-Flächensensor auftrifft (d.h. die Horizontal- und Vertikalwinkel der Visiereinrichtung werden derart iterativ geändert und angepasst, bis das Zentrum des Reflexflecks mit der SollPosition auf dem ATR-Flächensensor zusammenfällt). Alternativ kann eine Rest-Abweichung zwischen Auftreffpunkt des retro-reflektierten ATR-Messstrahls auf dem ATR-Flächensensor und dem Zentrum der Sensorfläche auch rechnerisch berücksichtigt und in einen Winkel umgewandelt werden, der zu dem - anhand der Winkelsensoren erfassten - Raumwinkel, in den die Zielachse zeigt, entsprechend addiert wird.

[0010] Neben der ATR-Feinanziefunktion kann auf ähnliche Weise und unter Verwendung derselben ATR-Komponenten (wie ATR-Lichtquelle und ATR-Detektor) auch eine automatische Zielverfolgungs-Funktionalität bereitgestellt sein.

[0011] Eine Beeinträchtigung der Distanzmessung oder der automatischen Zielverfolgen kann dabei z.B. durch eine Streustrahlung verursacht werden, wobei neben der von der Strahlquelle emittierten Strahlung definierter Charakteristik weitere störende Strahlungsanteile auf den Detektor (zur Erfassung der von der Strahlquelle emittierten und reflektierten Strahlung) auftreffen und eine Abweichung eines Messwerts begründen können.

[0012] Umgebungs- oder Fremdlicht kann so zu unerwünschten Einflüssen oder Beeinträchtigungen von Messvorrichtungen führen. Richtungs- oder Positionsmessung mit optischen Halbleitersensoren (z.B. PSD) oder Flächensensoren (z.B. CCD oder CMOS) können z.B. durch parasitäres auf den Detektor treffendes Hintergrundlicht verfälscht werden. Dies führt beispielsweise zu Schwerpunktsverschiebungen, induziert durch eine modifizierte Lichtverteilung auf dem Sensor oder durch eine Veränderung des elektronischen Arbeitspunktes des Sensors.

[0013] Messvorrichtungen mit spektral schmalbandigen Strahlungsquellen wie Laserdioden bieten teilweise die Möglichkeit das Umgebungslicht auf dem Empfangskanal grösstenteils mittels eines passenden Kantenfilters oder Bandpassfilters zu unterdrücken. Vor allem Laser emittieren sehr schmalbandig in einem Spektralbereich von weniger als 1nm. Kostengünstige Laser wie Laserdioden haben aber den Nachteil, dass deren Mittenwellenlänge von Muster zu Muster verschieden ist, zudem ist die Emissionswellenlänge bei den meisten Halbleiterlaserdioden vom Arbeitspunkt (Vorwärtsstrom) und der Chiptemperatur abhängig.

[0014] Dies führt dazu, dass die in der Regel als Interferenzfilter gestalteten optischen Bandpassfilter vor dem Detektor spektral breit ausgelegt sind. Dadurch kann allerdings das Umgebungslicht nicht optimal unterdrückt werden.

[0015] Dieser Nachteil ist analog auf Koordinatenmessmaschinen mit optischen Sensoren zur Messung von Koordinaten von Messpunkten übertragbar.

[0016] Koordinatenmessmaschinen, zur Überprüfung technischer Bauteile hinsichtlich ihrer Form und ihres Ausmasses, weisen dabei einen beweglichen Messkopf auf, der innerhalb eines Messraums bewegt werden kann. Hierfür können Koordinatenmessmaschinen bekanntermassen als Portalaufbauten oder Gelenkarme aufgebaut werden, mittels derer der Messkopf frei in drei Richtungen (X,Y,Z) bewegbar ist und wobei fortlaufend und präzise die Position des Messkopfs und somit eine durch den Messkopf optisch vermessene Position auf einem Werkstück im Messraum bestimmt werden kann.

[0017] Ferner kann die oben genannte Beeinträchtigung bei kontaktlos messenden, optischen Scannern zur Erzeugung z.B. einer dreidimensionalen Darstellung einer Oberfläche eines Objekts auftreten. Diese Scannvorrichtungen werden zumeist als Laserscanner ausgebildet, wobei eine Laserstrahlung mit definierter Wellenlänge emittiert und am Objekt reflektiert wird. Mittels eines Detektors, der im optimalen Fall ausschliesslich Licht derselben Wellenlänge erfasst und misst, können so punktaufgelöst Distanz- und Richtungsmessungen durchgeführt werden. Der Laserstrahl kann dabei zeilenweise über die Oberfläche geführt werden. Bekannt sind auch Distanzmessmodule mit mehreren Lichtquellen unterschiedlicher Emissionswellenlänge, wie beispielsweise aus der DE 198 40 049 zu entnehmen. Dort wird je nach Messanwendung entweder der eine oder der andere Laser auf denselben gemeinsamen Detektor gelenkt, dabei ist das Interferenzfilter vor dem Empfänger als Doppelinterferenzfilter mit zwei Transmissionsfenstern ausgebildet. Dies hat den Nachteil, dass das Umgebungslicht nicht optimal unterdrückt wird. Bei mehrkanaligen Sendeeinheiten, die sich spektral-optisch unterscheiden und auf eine gemeinsame Empfangseinheit gelenkt werden, nimmt die Problematik der Unterdrückung von Streustrahlung und auch des gegenseitigen Kanalübersprechens mit der Anzahl der Kanäle zu.

[0018] Zur Lösung des Streustrahlungsproblems sind aus dem Stand der Technik zumindest zwei Ansätze bekannt. Zum einen wird in den Strahlengang der Empfangsoptik ein Filter derart vor dem Detektor angeordnet, dass ausschliesslich elektromagnetische Strahlung eines definierten Wellenlängenbereichs - möglichst schmalbandig - das Filter passieren und auf den Detektor treffen kann. Das hierfür verwendete Filter weist bekanntermassen ein vorbestimmtes Transmissionsverhalten auf. Zudem wird die Strahlungsquelle hinsichtlich der emittierten Wellenlänge mit hohem Aufwand elektronisch und thermisch stabilisiert, d.h. mit einer konstanten Spannung und Strom versorgt und bei einer definierten

Temperatur, insbesondere durch Kühlen oder Heizen der Strahlquelle, betrieben. Diese spezifizierte Emissions-Empfangs-Vorrichtung erfordert ein hohes Mass an Konstruktions- und Energieaufwand.

[0019] Der zweite Ansatz schlägt die Verwendung zweier Filter vor, eines Hochpassfilters und eines Tiefpassfilters, wobei die Filter im Strahlengang hintereinander angeordnet sind und damit eine relativ gut definierte Filterwirkung erreichen. Die Filter können zudem relativ zum Strahlenverlauf gekippt werden, wodurch eine Änderung des Filterverhaltens und somit eine Anpassung an die eingehende Strahlung ermöglicht wird. Eine derartige Anordnung ist beispielsweise der DE 101 21 288 zu entnehmen. Nachteilig an dieser Anordnung ist das Auftreten von Polarisierungseffekten beim Verkippfen der Filter.

[0020] Die beiden Lösungsansätze bergen zudem den Nachteil einer hochkomplexen und bauraumintensiven Konstruktion der jeweiligen Messgeräte. Zudem ist eine sehr aufwändige Steuerung bzw. Regelung der Strahlquelle bzw. der kippbaren Filter notwendig, um fortlaufend ein optimales Detektieren in der geeigneten Wellenlänge gewährleisten zu können.

[0021] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein System zur Punktvermessung bereitzustellen, das eine genauere und zuverlässigere Vermessung von Messpunkten erlaubt und mit einem geringeren konstruktiven Aufwand realisierbar ist.

[0022] Diese Aufgabe wird durch die Verwirklichung der kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Merkmale, die die Erfindung in alternativer oder vorteilhafter Weise weiterbilden, sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

[0023] Die Erfindung betrifft ein optisches Messsystem zur Bestimmung von Koordinaten von Punkten, insbesondere zur Entfernungsmessung, insbesondere geodätisches Vermessungsgerät, Koordinatenmessmaschine oder Scannvorrichtung. Das Messsystem weist eine Strahlungsquelle zur Emission elektromagnetischer Strahlung mit einer Emissionswellenlänge und einer Empfangseinheit mit einer Filtereinheit zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung eines definierten Wellenlängenbereichs nach dem Interferenzprinzip und einen derart angeordneten Detektor auf, dass die mittels der Filtereinheit extrahierbare Strahlung mit dem Detektor erfassbar ist. Zudem weist die Filtereinheit wenigstens zwei mehrschichtig aufgebaute, zumindest teilreflektierende Spiegelemente auf, wobei die Spiegelemente im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und jeweils zwei benachbarte Spiegelemente eine Kavität einschliessen und mit einem bestimmten Abstand zueinander angeordnet sind. Dabei ist durch einen Brechungsindex der Kavität und durch den Abstand zwischen den Spiegelementen eine optische Dicke definiert. Zudem weist die Filtereinheit Optische-Dicke-Veränderungsmittel zur Variation der optischen Dicke auf, sodass ein extrahierbarer Wellenlängenbereich der Filtereinheit verändert wird, insbesondere wobei die Opti-

sche-Dicke-Veränderungsmittel Stellmittel zu einer Lageveränderung der Spiegelemente und/oder Brechindex-Einstellmittel zu einer Veränderung des Brechungsindex der Kavität aufweisen, insbesondere wobei die optische Dicke im Betrieb fortlaufend variierbar ist. Die Filtereinheit kann demnach als ein oben beschriebenes abstimmbares Interferenzfilter ausgebildet sein.

[0024] Die Optische-Dicke-Veränderungsmittel stellen dabei ein Bauteil dar, mittels dem die optische Dicke gezielt verändert werden kann. So können dabei Stellmittel, z.B. elektrostatische Aktuatoren, vorgesehen sein, die eine Positionsänderung der Spiegelemente, somit eine Abstandsänderung zwischen den Spiegeln, bewirken können. Hierfür können die Aktuatoren beispielsweise durch Steuersignale definiert ausgelenkt werden. Weiters können die Brechindex-Einstellmittel z.B. ein Medium aufweisen, dessen Brechungsindex mittels Anlegen einer definierten Spannung an das Medium verändert werden kann. Das Medium kann beispielsweise durch ein Gas, eine Flüssigkeit oder durch ein Polymer verkörpert sein. Zudem können die Brechindex-Einstellmittel eine Steuerungsuntereinheit aufweisen, die entsprechende Signale bzw. eine Spannung reguliert, mit der der Brechungsindex des Mediums eingestellt und verändert werden kann.

[0025] Abstimmbare Interferenzfilter basieren auf dielektrisch beschichteten Spiegeln, bei welchen wenigstens eine der Schichten hinsichtlich der optischen Dicke durch gestimmt werden kann. Unter optischer Dicke versteht man das Produkt aus Schichtdicke und Brechungsindex. Mittels der Multilayer-Dünnschichtbelegungen von elektromagnetisch transparenten Materialien kann fast jede erdenkliche spektrale Filterkurve realisiert werden. Die einfachsten abstimmbaren Interferenz- oder Bandpassfilter basieren auf einem Fabry-Perot Filter, der ebenfalls mit einer Multilayer-Dünnschichtbelegung versehen ist. Die Veränderung bzw. Verschiebung der Transmissions- oder Reflexionskurve erfolgt vorzugsweise nach einem elektromechanischen Verstellmechanismus wie beispielsweise piezoelektrische, elektrostatische oder magnetische Aktuatorik. Verschiebungen mit interferometrischer Genauigkeit sind nach dem elektrostatischen Prinzip erreichbar, dabei kann z.B. die Position einer Abstandsplatte oder der Abstand zwischen zwei Hauptreflektoren einer Fabry-Perot Struktur verändert werden. Zudem kann eine Veränderung der Transmissions- oder Reflexionskurve durch eine Veränderung des Brechungsindex erfolgen.

[0026] Mittels eines abstimmbaren Filters können, wie oben diskutiert, die Probleme von sich abweichenden spektralen Fenstern, sich verschiebbaren oder veränderlichen Emissionswellenlängen oder Empfängerkurven, aber auch Mehrfachwellenlängenvorrichtungen gelöst werden. Somit kann ein abstimmbares Interferenzfilter erfindungsgemäss in ein optisches Messsystem, insbesondere zur Entfernungs- und Richtungsmessung, integriert werden. Mit dem abstimmbaren Interferenzfilter soll das Umgebungs- oder Fremdlicht von der jeweiligen

Detektionseinheit fern gehalten werden. Insbesondere bei Vorrichtungen mit mehreren Lichtquellen hat dies den Vorteil, dass die Unterdrückung des Umgebungslichts, z.B. des Lichts aller Lichtquellen ausgenommen der gewünschten, gleichwertig zu einem 1-Kanalsystem realisiert werden kann.

[0027] Insbesondere kann dieses Prinzip für Lasersensoren wie EDM (Distanzmessung), ATR (Automatische Zielpunktvermessung) oder Powersearch (Zielsuche) z.B. für Tachymeter, Totalstation, Laserscanner, Lasertracker oder aber auch Empfänger für Rotationslaser oder zur Baumaschinensteuerung geeignet sein. Dadurch kann das Sonnen-, Umgebungs- oder Fremdlicht vor dem jeweiligen Empfänger mit einem aktuell (zum Zeitpunkt der Benutzung oder Funktion) optimal abgeglichenen Interferenzfilter herausgefiltert werden. Da Emissionswellenlängen von Laserdioden von Muster zu Muster streuen können und zudem sich deren Wellenlänge über Temperatur und Arbeitspunkt (anliegender Strom) verschieben kann, kann ein spektral abstimmbares Bandpassfilter dabei auf die jeweilige Wellenlänge des Lasers zur Optimierung der Transmission des Filters zentriert werden. Das Fremdlicht kann so durch die schmale Transmissionskurve des abstimmbaren Filters weitgehend abgeblockt werden.

[0028] Insbesondere kann das Messsystem erfindungsgemäss eine Regelungseinheit aufweisen, wobei die Regelungseinheit derart mit den Optische-Dicke-Veränderungsmitteln zusammenwirkt, dass die optische Dicke, insbesondere der Abstand zwischen den Spiegelelementen bzw. zwischen als Spiegelelemente zu verstehenden dielektrischen Multilayerelementen, so variierbar ist, insbesondere automatisch variiert wird, dass der extrahierbare Wellenlängenbereich um die Emissionswellenlänge der emittierten Strahlung herum liegt. Damit kann in dem Messsystem, z.B. in einer Totalstation oder einem Laserscanner, eine Nutzwellenlänge des Filters so eingestellt werden, dass die zu filternde Wellenlänge derjenigen entspricht, die auch von der Strahlquelle des Systems emittiert wird.

[0029] Insbesondere kann erfindungsgemäss die Regelungseinheit derart mit den Optische-Dicke-Veränderungsmitteln und dem Detektor zusammenwirken, dass die optische Dicke in Abhängigkeit einer Detektion des Detektors einstellbar ist. Mittels einer derartigen Regelung lässt sich der Wellenlängenbereich der Filtereinheit beispielsweise fortlaufend anpassen, sodass jeweils ein Minimum an Strahlung am Detektor erfasst werden kann. Wird dabei z.B. ein Abfall der Strahlungsintensität mittels des Detektors festgestellt, so kann der Abstand der dielektrischen Multilayerelemente und/oder der Brechungsindex der Kavität im Filter solange verändert werden, insbesondere wobei der Abstand über einen breiten Abstandsbereich variierbar ist, bis ein vordefinierter Minimal- oder Schwellwert überschritten wird.

[0030] Zudem kann erfindungsgemäss die optische Dicke mittels der Optische-Dicke-Veränderungsmittel derart einstellbar sein, dass ein mittels des Detektors er-

fasster Messwert einen definierten Schwellwert überschreitet, insbesondere einen Maximalwert erreicht. Eine entsprechende Anpassung des Spiegelabstands und/oder der optischen Eigenschaft des Mediums in der Kavität kann somit auch zum Zweck der Beibehaltung eines optimalen (maximalen) Extraktionsvermögens des Filters für eine jeweilige Wellenlänge bzw. bei einem Drift der Wellenlänge erfolgen.

[0031] Ferner kann erfindungsgemäss der extrahierbare Wellenlängenbereich definiert sein durch eine ein Extraktionsmaximum repräsentierende Mittenwellenlänge und einen in Abhängigkeit eines Extraktionsniveau-Wellenlängen-Verlaufs definierten Toleranzbereich um die Mittenwellenlänge. Je nach Ausbildung der Filtereinheit lassen sich spezifisch angepasste Extraktionsverhalten (Transmissions- bzw. Reflexionsverhalten) der Filter definieren, wobei ein Niveau eines zu extrahierenden Strahlungsanteils in Abhängigkeit der Strahlungswellenlänge variieren kann (Extraktionsniveau-Wellenlängen-Verlauf), d.h. der Anteil an extrahierbaren Strahlung von der jeweiligen Wellenlänge der Strahlung abhängt.

[0032] Ausserdem kann erfindungsgemäss die Filtereinheit transmittierend oder reflektierend ausgebildet sein, insbesondere wobei die Filtereinheit derart ausgebildet ist, dass eine Reflexion oder Transmission von elektromagnetischer Strahlung innerhalb des extrahierbaren Wellenlängenbereichs am Filter erfolgen kann.

[0033] Zudem kann im Rahmen der Erfindung aus der mittels der Optische-Dicke-Veränderungsmitteln durchführbaren Variation der optischen Dicke eine Extraktionswellenlänge für die extrahierte Strahlung ableitbar sein, insbesondere mittels einer Messung mit dem Detektor. Das Messsystem kann so ausserdem mittels der Filtereinheit eine Bestimmung der auf dem Detektor erfassten Wellenlänge durchführbar machen. Hierzu wird z.B. der Abstand der Spiegelelemente innerhalb eines bestimmten Abstandsbereichs, wobei dieser Bereich durch die strukturelle Ausbildung der Filtereinheit begrenzt ist, verändert oder dieser Abstandsbereich durchgeführt. Gleichzeitig erfolgt eine Messung mittels des Detektors, beispielsweise eine Intensitätsmessung, und gemessene Intensitäten werden jeweils einem eingestellten Spiegelelementabstand zugeordnet. Aus den dabei generierten Daten kann ein Intensitätsmaxima mit zugehörigem Abstandswert ermittelt und in Folge aus dem Abstandswert auf die dadurch definierten Wellenlänge (Extraktionswellenlänge) des Filters und die Wellenlänge der detektierten Strahlung geschlossen werden. Analog kann auch hinsichtlich des Brechungsindex der Kavität verfahren werden. Hierbei wird beispielsweise durch Variation der den Brechungsindex bestimmenden elektrischen Spannung die Transmittivität des Filters kontrolliert verändert.

[0034] Weiterhin kann erfindungsgemäss ein Teil der von der Strahlquelle emittierten elektromagnetischen Strahlung mit einem Strahlauskoppelement als Referenzstrahl auskoppelbar und eine Referenzwellenlänge

mit einem Sensor messbar sein. Die optische Dicke kann dabei in Abhängigkeit der gemessenen Referenzwellenlänge derart einstellbar sein, dass die Referenzwellenlänge im extrahierten Wellenlängenbereich liegt. Eine solche Anordnung kann eine genaue, fortlaufende Bestimmung der jeweils emittierten Wellenlänge der Strahlquelle erlauben. Diese Referenzwellenlänge kann dann zur Justierung der Filtereinheit herangezogen werden. Der Abstand oder der Brechungsindex kann auf dieser Basis derart eingestellt werden, dass dadurch derjenige extrahierbare Wellenlängenbereich definiert ist, dessen Mittenwellenlänge zumindest im Wesentlichen der Referenzwellenlänge entspricht. Damit kann der extrahierbare Wellenlängenbereich des Filters fortlaufend in Abhängigkeit der Referenzmessung aktualisiert werden.

[0035] Darüber hinaus kann der Detektor als Photodiode, CMOS- oder PSD-Flächensensor ausgebildet sein und/oder das Messsystem zumindest eine weitere Strahlquelle mit einer weiteren Emissionswellenlänge aufweisen.

[0036] Ferner kann erfindungsgemäss die optische Dicke mittels Beaufschlagung der Optische-Dicke-Veränderungsmittel mit einem elektrischen Steuersignal, vorzugsweise einer Spannung, einstellbar sein, wobei die optische Dicke in Abhängigkeit von einem beaufschlagten Steuersignalwert einstellbar sein kann. Das Einstellen bzw. Verschieben der Position der Spiegelemente (und damit des Transmissions- oder Reflexionsverhaltens) kann z.B. vorzugsweise elektromechanisch erfolgen. Hierfür können in den Optische-Dicke-Veränderungsmittel verbaute Aktuatoren gezielt angesteuert und mittels diesen die Spiegel bewegt werden. Durch das Anlegen einer definierten Spannung oder eines bestimmten Signals kann so ein gewünschter Abstand zwischen den Spiegeln eingestellt werden. Ausserdem kann ebenfalls durch die Beaufschlagung mit einem elektrischen Steuersignal der Brechungsindex der Kavität bzw. des Mediums in der Kavität eingestellt werden.

[0037] Erfindungsgemäss kann insbesondere die Kavität ein optisch veränderbares Medium mit einem Materialbrechungsindex aufweisen, insbesondere wobei das Medium durch ein elektroaktives Polymer verkörpert wird und der Materialbrechungsindex mittels des elektronischen Steuersignals, insbesondere durch Anlegen einer Spannung, definiert veränderbar sein kann, sodass die optische Dicke und damit der extrahierbare Wellenlängenbereich verändert wird. Mittels Materialien, deren optische Eigenschaften beispielsweise in Abhängigkeit der Höhe einer an dem Material anliegenden elektrischen Spannung justiert werden können, kann so eine Variabilität des zu extrahierenden Wellenlängenbereichs für Interferenzfilter realisiert werden.

[0038] Insbesondere kann erfindungsgemäss das System eine Datenbank aufweisen, in der eine Zuordnungstabelle mit Abständen der Spiegelemente und jeweiligen Wellenlängenbereichen gespeichert ist, insbesondere wobei die jeweiligen Wellenlängenbereiche in Abhängigkeit von Brechungsindizes der Kavität gespeichert

sind.

[0039] Ausserdem kann erfindungsgemäss der Abstand zwischen den Spiegelementen und/oder der Brechungsindex der Kavität in Abhängigkeit einer definierten zu extrahierenden Wellenlänge mittels der Zuordnungstabelle einstellbar sein. Erfindungsgemäss kann zudem in der Datenbank eine Parametrisierung für die Strahlquelle zur Bestimmung der Emissionswellenlänge gespeichert sein und der Abstand zwischen den Spiegelementen und/oder der Brechungsindex der Kavität in Abhängigkeit von Parametern der Parametrisierung einstellbar sein, insbesondere eine Abhängigkeit der Emissionswellenlänge von Strom und/oder Temperatur der Strahlquelle repräsentierende Parametrisierung.

[0040] In der Datenbank können so zum einen Zuordnungen von Spiegelabständen und dadurch definierten extrahierbaren Wellenlängenbereichen hinterlegt sein. So kann z.B. eine gewünschte Wellenlänge bzw. ein Wellenlängenbereich über eine bestimmte Abstandseinstellung der Spiegelemente eingestellt werden. Alternativ oder zusätzlich kann ein Zusammenhang zwischen dem Brechungsindex der Kavität, dem Abstand der Spiegelemente und dem extrahierbaren Wellenlängenbereich in der Datenbank zur Verfügung stehen. Hierfür können ferner jeweils erforderliche Steuersignale gespeichert sein und mittels einer entsprechenden Ansteuerung des Filters so der gewünschte Wellenlängenbereich angepasst werden. Darüber hinaus kann die im Messsystem angeordnete Strahlquelle in der Datenbank bzw. der Tabelle parametrisiert sein, d.h. es ist eine Zuordnung hinterlegt, die einen Zusammenhang zwischen der emittierten Wellenlänge und einem an der Strahlquelle anliegenden Strom und/oder einer Temperatur der Strahlquelle herstellbar macht. Hiermit kann der Wellenlängenbereich der Filtereinheit auf Basis des Vorwärtsstroms und/oder der Strahlquelltemperatur eingestellt und der Emissionswellenlänge angepasst werden. Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer Filtereinheit in einem optischen Messsystem, mit wenigstens zwei mehrschichtig aufgebauten, zumindest teilreflektierenden Spiegelementen, wobei die Spiegelemente im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und jeweils zwei benachbarte Spiegelemente eine Kavität einschliessen und mit einem bestimmten Abstand zueinander angeordnet sind. Durch einen Brechungsindex der Kavität und durch den Abstand zwischen den Spiegelementen ist zudem eine optische Dicke definiert. Ferner hat die Filtereinheit Optische-Dicke-Veränderungsmittel zur Variation der optischen Dicke, sodass ein extrahierbarer Wellenlängenbereich der Filtereinheit verändert wird, insbesondere wobei die Optische-Dicke-Veränderungsmittel Stellmittel zu einer Lageveränderung der Spiegelemente und/oder Brechindex-Einstellmittel zu einer Veränderung des Brechungsindex der Kavität aufweisen. Insbesondere ist dabei die optische Dicke im Betrieb fortlaufend variierbar. Die Filtereinheit wird dabei in einem optischen Messsystem zur Bestimmung von Koordinaten von Punkten, insbesondere zur Entfer-

nungsmessung, insbesondere geodätisches Vermessungsgerät, Koordinatenmessmaschine oder Scannvorrichtung, zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung des definierten Wellenlängenbereichs nach dem Interferenzprinzip verwendet.

[0041] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein Messverfahren zum Bestimmen von Koordinaten von Punkten, insbesondere zum Entfernungsmessen, insbesondere mit geodätischem Vermessungsgerät, Koordinatenmessmaschine oder Scannvorrichtung, mit einem Emittieren elektromagnetischer Strahlung mit einer Emissionswellenlänge, einem Extrahieren elektromagnetischer Strahlung eines definierten Wellenlängenbereichs nach dem Interferenzprinzip und einem Erfassen der extrahierten Strahlung. Ferner erfolgt das Extrahieren der elektromagnetischen Strahlung anhand einer Filtereinheit, wobei die Filtereinheit wenigstens zwei mehrschichtig aufgebaute, zumindest teilreflektierende Spiegelelemente aufweist, wobei die Spiegelelemente im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und jeweils zwei benachbarte Spiegelelemente eine Kavität einschließen und mit einem bestimmten Abstand zueinander angeordnet sind. Zudem ist durch einen Brechungsindex der Kavität und durch den Abstand zwischen den Spiegelelementen eine optische Dicke definiert. Die optische Dicke wird derart variiert, dass dadurch ein extrahierbarer Wellenlängenbereich der Filtereinheit so verändert wird, dass die Emissionswellenlänge innerhalb des extrahierbaren Wellenlängenbereichs liegt, insbesondere wobei ein Lageändern der Spiegelelemente und/oder ein Verändern des Brechungsindex erfolgt, insbesondere fortlaufend.

[0042] Das erfindungsgemäße System und das erfindungsgemäße Verfahren werden nachfolgend anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten konkreten Ausführungsbeispielen rein beispielhaft näher beschrieben, wobei auch auf weitere Vorteile der Erfindung eingegangen wird. Im Einzelnen zeigen:

- Fig. 1a-b jeweils eine Mittenwellenlängenabweichung zwischen einer Laserstrahlung und einem Filter;
- Fig. 2 eine spektrale Charakteristik eines Langpassfilters;
- Fig. 3a-b einen Wellenlängendrift einer von einer Laserdiode emittierten Strahlung in Abhängigkeit von Temperatur bzw. Leistung;
- Fig. 4a-b eine erste Ausführungsform eines abstimmbaren Interferenzfilters;
- Fig. 5 eine zweite Ausführungsform eines abstimmbaren Interferenzfilters mit Federn;
- Fig. 6 eine typische Transmissionkurve eines Fabry-Perot Interferenzfilters;

- Fig. 7 einen dielektrischen Schichtaufbau für Filter mit spektral spezifischem Verlauf;
- Fig. 8 eine Transmissionskurve eines abstimmbaren Interferenzfilters bei verschiedenen Steuerspannungen;
- Fig. 9a-b jeweils eine erfindungsgemäße Anwendung eines abstimmbaren Interferenzfilters mit einer bzw. zwei Laserstrahlquellen;
- Fig. 10 einen erfindungsgemäßen optischen Aufbau z.B. einer Vermessungsvorrichtung für Entfernungsmessung mit einem abstimmbaren Interferenzfilter;
- Fig. 11 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optischen Aufbaus z.B. einer Vermessungsvorrichtung für Entfernungsmessung und Richtungsmessung (ATR);
- Fig. 12 eine erfindungsgemäße Anwendung eines Interferenzfilters zur Baumaschinensteuerung.

[0043] Figur 1a zeigt eine Mittenwellenlängenabweichung zwischen einer Laserstrahlung und einem spektral schmalbandigen Filter. Dabei stellen die Kurven 11,12 jeweils eine Intensitätsverteilung einer emittierten Laserstrahlung dar. Trifft die Laserstrahlung auf das spektral schmalbandige Interferenzfilter auf, kann damit eine Transmission T von Strahlung einer bestimmten Wellenlänge erreicht werden. Der Wellenlängenbereich 22 (typischerweise mit einer vollen Halbwertsbreite (=FWHM) von 60nm, 10nm oder 1nm) ist definiert durch das mit der Kurve 21 dargestellte Transmissionsverhalten des Filters in Abhängigkeit der jeweiligen Wellenlänge, wobei eine Mittenwellenlänge λ_3 die Mitte des Bereichs 22 repräsentiert. Sowohl kommerzielle Laserdioden als auch schmalbandige Interferenzfilter weisen typische Mittenwellenlängenabweichungen von +/-5 bis +/-10nm auf. Die Kurve 11 zeigt beispielsweise das Emissionsspektrum einer Laserdiode bei 20°C, Kurve 12 dasjenige bei 50°C. Zudem zeigt das Filter einen Transmissionsverlauf mit zentraler Durchgangswellenlänge bei λ_3 . Die Emissionswellenlängen λ_1, λ_2 der jeweils dargestellten Strahlungen von Laserdiode treffen hier nicht den transmissiven Wellenlängenbereich 22 des als Bandpassfilters ausgebildeten Filters. In der vorliegenden Situation kann die Strahlung der Laserdioden somit nicht durch das Filter transmittieren und z.B. nicht zu einem im Folgenden angeordneten Detektor weitergeführt werden. Die Bandbreite für das Filtern der Laserstrahlung soll zudem möglichst eng ausgeprägt sein, um weitgehend Licht nur eines geeignet scharf definierten Wellenlängenbereichs, insbesondere einer Wellenlänge, zu filtern bzw. transmittieren zu lassen.

[0044] In Figur 1b ist das spektrale Verhalten 23 eines Notchfilters gezeigt. Wiederum liegt eine spektrale Abweichung zwischen der Laseremission 11 und einer Wirkungszone des Filters vor. Mit einem derartigen Filtertyp wird die Extraktion der Nutzstrahlung nicht mittels Transmission einer definierten Wellenlänge, sondern vielmehr durch Reflexion von Licht dieser Wellenlänge erreicht. Solche Notch- oder Stoppfilter können als spektral selektive Reflektoren verwendet werden, um ausschließlich eine Nutzstrahlung auf einen Detektor zu führen. Mit dem Pfeil 24 ist eine derartige Verschiebung des Wirkungsbereichs des Filters angezeigt, die eine Reflexion der Laserstrahlung bewirken würde. Die Emissionswellenlänge der Laserstrahlung befindet sich nach dieser Verschiebung in dem Wellenlängenbereich, in dem das Notchfilter wirkt.

[0045] Figur 2 zeigt eine spektrale Charakteristik 25 eines Langpassfilters. Dieser Filtertyp beruht (ebenfalls, analog zu oben beschriebenen Filtertypen) auf dem Prinzip der Vielstrahl-Interferenz. Die Schichtstruktur von Langpass-, Kurzpass- oder Bandstopp-Filtern kann im wesentlichen aus einem dielektrischen Spiegel bestehen, im einfachsten Fall aus einer 2-Material-Struktur, beispielweise aus TiO₂/SiO₂ Schichten mit alternierenden, hohen und niedrigen Brechungsindizes identischer optischer Dicke. Im einfachsten Fall werden die optischen Dicken der Filmschichten gleich gross festgelegt, sodass die Phasenverschiebungen der Teilwellen beim passieren der Schicht $\pi/2$ betragen. Dieser Ansatz kann im Zusammenhang mit Brechungsindizes, Filmdicken und einer Designwellenlänge durch $nH \cdot 1H = nL \cdot 1L = \lambda_0/4$ ausgedrückt werden. Dabei steht λ_0 für die Designwellenlänge, nH, nL für die Brechungsindizes der beiden Materialien und $1H, 1L$ für die jeweiligen Filmdicken. Ferner können H die optische Dicke einer $\lambda_0/4$ -Schicht aus hoch brechendem und L die entsprechende $\lambda_0/4$ -Schicht aus niedrig brechendem Material repräsentieren. Solche dielektrische Spiegel werden auch als Bragg-Reflektoren bezeichnet. Eine Verschiebung der Reflexionskurve kann dabei durch eine Veränderung der Schichtdicke oder des Brechungsindex wenigstens einer Schicht erfolgen. Werden simultan zwei oder mehr Schichtabstände variiert, so kann beispielsweise der Reflexionsbereich eines Notchfilters oder die spektrale Kante eines Kurz- oder Langpassfilters über einen grösseren Wellenlängenbereich verschoben werden, ohne dass sich die Filtercharakteristik stark ändert. Schichtfolgen von dielektrischen Filtern aus einer 2-Material-Struktur werden in der Regel mit der Abfolge der Schichtdicken angegeben. Ein Notchfilter mit der Designwellenlänge von $\lambda_0=550\text{nm}$, das sich mit zwei einstellbaren Schichtdicken verstellen lässt, kann beispielsweise folgendermassen dargestellt werden: $[0.31H, 11L, 0.61H, 10.51L, (0.61H, x1L)^2, 0.61H, 10.51L, 0.31H]$ Wird "x" z.B. von 9.8 auf 10.8 eingestellt, ändert sich die Mittenwellenlänge des Notchfilters kontinuierlich von 585nm auf 615nm.

[0046] Es besteht auch die Möglichkeit ein Langpassfilter mit einem Kurzpassfilter zu kombinieren, wo-

durch eine transmittive Extraktion von Strahlung eines bestimmten Wellenlängenbereichs erreicht werden kann. Durch die geeignete Kombination dieser beiden Filtertypen kann eine Filterung von Licht eines relativ engen Wellenlängenbereichs erreicht werden. Dabei wird eine Flanke der bandbegrenzten Filterwirkung durch das Langpassfilter und die andere Flanke durch das zweite zusätzliche Filter bewirkt. Gezeigt ist ausserdem ein Spektrum einer Laseremission 11, dessen Mittenwellenlänge λ_4 leicht versetzt ist zum maximalen Transmissionsvermögen des Filters.

[0047] Die Figuren 3a,3b zeigen jeweils einen Wellenlängendrift 26 einer von einer Laserdiode emittierten Strahlung in Abhängigkeit von Temperatur bzw. Leistung. Figur 3a zeigt dabei eine Kurve 26 für einen intrinsischen Temperaturdrift der Emissionswellenlänge einer Halbleiterlaserdiode. Bei Halbleitermaterialien wie GaAs oder InGaP kann die Wellenlänge der Laserdioden aufgrund der spektralen Varianz des internen Gainprofils z.B. um $0.3\text{nm}/^\circ\text{C}$ driften. Zusätzlich kann die Mittenwellenlänge von Laserdioden in Abhängigkeit jeweiliger Produktionsbedingungen eines Fertigungsbatchs beispielsweise bis zu 0.8% variieren. Diese beiden Effekte ergeben den Nachteil, dass z.B. bei Geräten mit einem spezifizierten Temperaturbereich von -30°C bis $+70^\circ\text{C}$ die Mittenwellenlänge des Laser um bis zu $\pm 20\text{nm}$ abweichen kann. Werden die Laserdioden zusätzlich mit gepulster Anregung betrieben so neigen sie zu mehrmodiger Emission mit einer Breite von bis zu 3nm. Um bei den bisherigen Vorrichtungen eine effiziente, hohe Transmission durch das Empfangsfilter zu erreichen, muss deshalb das Interferenzfilter eine breite Transmissionskurve aufweisen (FWHM bis 60nm, FWHM = Volle Breite bei halber Höhe). Ferner können Halbleiterlaserdioden auch einen schwachen Wellenlängendrift in Abhängigkeit des Vorwärtsstroms aufweisen. Mittels des Vorwärtsstroms kann die Laserleistung P eingestellt werden. Die Laserleistung kann beispielsweise bei der automatischen Zielausmessvorrichtung zur Signalanpassung genutzt werden, dort kann unter anderem die Bildhelligkeit des Zielobjekts (Reflektortarget) auf einem CMOS-Sensor gesteuert werden. In Figur 3b ist ein Drift der Emissionswellenlänge einer Halbleiterlaserdiode bei verschiedenen Leistungseinstellungen P_1, P_2, P_3, P_4 für die Diode dargestellt.

[0048] In den Figuren 4a und 4b ist eine erste Ausführungsform eines einfachen, abstimmbaren Interferenzfilters 30 schematisch dargestellt, wobei in Figur 4a eine Aufsicht und in Figur 4b ein Querschnitt des Filters gezeigt ist. Interferenzfilter 30 können als Fabry-Perot Interferometer aufgebaut sein, dabei handelt es sich um einen Aufbau aus zwei in einem optischen Bereich 35 angeordneten verlustarm reflektierenden Spiegeln 31a, 31b, die in einem definierten Abstand 32 zueinander stehen. Um die Spiegel 31a, 31b optisch verlustarm, also im Wesentlichen ohne Absorption zu realisieren können diese als aufgedampfte dielektrische Multilayer-Schichten ausgebildet sein. Im einfachsten Fall können die

Spiegel aus Viertelwellenpaketen der Struktur $(HL)^q$, wobei q die Anzahl der Doppelschichten (HL) angibt, bestehen. Die Abkürzung H bedeutet die optische Dicke einer $\lambda/4$ -Schicht aus hoch brechendem und L die entsprechende $\lambda/4$ -Schicht aus niedrig brechendem Material. Mit einer phasenverschobenen Multilayerstruktur der Form $[(HL)^q, x^*L_{air}, (HL)^q]$, wobei die zwei Bragg-Spiegel $(HL)^q$ durch eine Kavität voneinander separiert sind, kann ein sehr schmalbandiges Transmissionsfilter realisiert werden. Die Kavität kann dabei als Luftspalt 40 ausgebildet sein. Mit der Variation der Luftspaltbreite kann dabei die schmale Transmissionskurve spektral verschoben werden. Insbesondere kann die Kavität mit einem Medium, dessen Brechungsindex variierbar ist, versehen sein. In dieser Ausführung kann somit zudem eine Veränderung der Transmissionskurve durch eine Änderung des Brechungsindex des Mediums, beispielsweise durch Anlegen einer definierten Spannung, erreicht werden. Die Breite der Transmissionskurve (FWHM) wird durch die Anzahl q der Schichten (Layers) der beiden hochreflektierenden Spiegel festgelegt, wobei mit höherer Schichtzahl die FWHM-Breite abnimmt. Mit einer Wiederholung von mehreren Fabry-Perot Strukturen $[(HL)^q, L, (HL)^q]$ und unterschiedlichen q -Werten kann die Transmissionskurve noch enger und insbesondere im Transmissionsbereich flacher eingestellt werden. Eine beispielhafte Doppelresonator-Struktur ist durch $[(HL)^q, x1^*L_{air}, (HL)^q] / [(HL)^q, x2^*L_{air}, (HL)^q]$ darstellbar. Bei einer solchen Struktur müssten zum Wellenlängenabgleich vorzugsweise beide Spacer $x1$ und $x2$ simultan variiert werden.

[0049] Das in den Figuren 4a und 4b dargestellte Verstell- und Spiegelement bildet durch den Luftspalt 40 eine Kavität für ein einfaches Fabry-Perot Filter. Der Abstand 32 zwischen den beiden Spiegeln 31a,31b kann in definierter Weise verändert werden und dadurch die Mittenwellenlänge des Filters 30 zu kurzen oder langen Wellenlängen verschoben werden. Solche Interferenzfilter 30 können beispielsweise in MEMS-Technologie realisiert sein. Mit Mikromechanik ist ein Miniaturisierungsvorteil beim Vorrichtungsbau zusammen mit einer kostengünstigen Fertigung zugänglich. In den Verstell- und Spiegelementen können heutzutage zudem die elektrisch durchstimmbaren Elemente 41,42 integriert sein. Als Trägermaterial 33 eignen sich z.B. Siliziumwafer mit optischer Qualität, dieses Material ist transmittiv für Wellenlängen grösser als 1200nm. Für Wellenlängen im sichtbaren oder nahen Infrarot sind Glaswafer (Fused Silica) oder Quarzplatten geeignet. Die Spiegelschichten 31a,31b sind mit einem definierten, spektralen Reflexionsvermögen auf diese Trägerplatten 33 aufgebracht, wobei der Luftspalt 40 bzw. ein bestimmtes optisches Medium zwischen den beiden Spiegeln 31a,31b die Hauptkavität bilden kann. Zudem sind Elektroden 34 zur Regelung oder Steuerung des Abstands 32 durch Beaufschlagung mit einem elektrischen Steuersignal bzw. durch Anlegen einer definierten Spannung auf dem Träger vorgesehen.

[0050] Die Resonanzwellenlängen λ_R eines Farby-Perot Resonators mit hoher Transmission befinden sich bei den Stellen $\lambda_R = 2 \cdot n_c \cdot d / m$. Dabei ist " n_c " der Brechungsindex des Spacer-Materials und " d " der Abstand 32 zwischen den beiden Multilayer-Spiegeln. Die Resonanzordnung " m " ist eine ganze Zahl ≥ 1 . Mit wachsendem " m " können somit kurze Transmissionswellenlängen erreicht werden. Mit dem Ziel bei einem mikromechanischen Interferometer einen grossen Durchstimmbereich erzielen zu können, können insbesondere die erste oder eine niedrige Ordnung m gewählt werden. Ein solches Design kann dadurch für viele vermessungstechnische Anwendungen geeignet sein.

[0051] Ferner beträgt die volle Halbwertsbreite (FWHM) der Transmissionsmaxima $FWHM = 2 \cdot n_c \cdot d / m^2 / F$, wobei " F " für die Finesse der Kavität steht. Durch technologisch bedingte Defekte sind die realen Transmissionsmaxima oft kleiner als 100%. Dies wird insbesondere durch Oberflächenfehler, welche bei der Verstellung oder Verschiebung der beweglichen Spiegel 31a,31b oder Platten auftreten, bedingt. Bei der Bewegung kann die parallele Ausrichtung zwischen den beiden Spiegel 31a,31b sich mit einem Keilfehler beaufschlagen, zudem können die Spiegelplatten bei grossen Auslenkungen über Federn 36 oder Flextures zunehmend verspannt werden, was zu Deformationen der Spiegel 31a,31b führen kann. Ausgehend von einer parallelen Ausrichtung der Spiegelemente 31a,31b in einer Nullstellung sollen die beiden Spiegelemente 31a,31b auch noch im Rahmen dieser Deformationen und/oder Keilfehler als im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet verstanden werden. Eine zweite Ausführungsform eines abstimmbaren Interferenzfilters mit derartigen Federn 36 ist in Figur 5 gezeigt. So kann die effektive Finesse F der Kavität auf mittlere bis hohe Werte begrenzt werden. Insbesondere für vermessungstechnische Vorrichtungen wird eine Finesse mit einem Wert von grösser als 50 angestrebt.

[0052] Figur 6 zeigt eine typische Transmissionkurve 27 eines Fabry-Perot Interferenzfilters, wobei die Transmission T des Filters in Abhängigkeit der Wellenlänge λ dargestellt ist. Die Transmissions-Peaks treten auf der Wellenlängenskala hierbei repetitiv (jeweils für die Wellenlängen λ_{c1} , λ_{c2} , λ_{c3}) auf und sind in Peaknähe in einer ersten Näherung lorentz-förmig. Für das Transmissionsmaximum um λ_{c1} (erste Ordnung) ist zudem die volle Halbwertsbreite 28 (FWHM) dargestellt.

[0053] Figur 7 zeigt einen möglichen dielektrischen Schichtaufbau 37 für ein abstimmbares Filter mit spektral spezifischem Verlauf. Die beiden gegenüberliegenden Spiegelemente 31a,31b - bestehend aus zwei Bragg-Reflektoren - sind jeweils an einem Substrat 38 angeordnet und ermöglichen durch den vergrössert dargestellten dielektrischen Schichtaufbau 37 zum einen eine verlustarme Filterung von einfallendem Licht 44, sodass nur Licht innerhalb eines definierten Wellenlängenbereichs aus dem Filter austritt 45. Zum zweiten erlaubt ein spezifisch angepasster Schichtaufbau 37 die Bestim-

mung des zu filternden bzw. extrahierenden Lichts.

[0054] Figur 8 zeigt eine Transmissionskurve 27 eines abstimmbaren Interferenzfilters (MEMS) mit kapazitiven Aktuatoren nach dem Aufbau gemäss Figur 5 bei verschiedenen Steuerspannungen (0V-63V). In diesem Ausführungsbeispiel verschiebt sich das Transmissionsfenster mit der Zunahme der Steuerspannung zu kürzeren Wellenlängen, wobei dies aufgrund der Abnahme des Abstandes der Kavität zwischen den beiden Multilayer-Schichtfolgen erfolgt. Mit anwachsenden Spannungen kann somit die Transmission des Filters kleiner werden, z.B. deshalb weil bei grossen Verfahrwegen der Reflektorplatten Abweichungen von der Planarität und Parallelität (Keilfehler) auftreten können. Dadurch können sich die Finesse und damit die Transmission des Filters bzw. der beiden Spiegelflächen derart verändern, dass die Qualität der Filterung abnimmt und somit mehr Licht vom Filter absorbiert wird.

[0055] Die Figuren 9a,9b zeigen jeweils eine erfindungsgemässe Anwendung eines abstimmbaren Interferenzfilters mit einer bzw. zwei Laserstrahlquellen. In Figur 9a ist das Emissionsspektrum 28 einer Laserdiode mit einer Hauptemissionswellenlänge λ_{LD} gezeigt. Ferner ist ein Filterspektrum 29a eines abstimmbaren Interferenzfilters dargestellt, wobei eine Interferenzwellenlänge des Filters durch Anlegen eines definierten elektrischen Steuersignals (Spannung) einstellbar ist. Um nun die von der Laserdiode emittierte Strahlung möglichst eng und effizient filtern oder extrahieren zu können, kann die an dem Filter anliegende Spannung derart verändert werden, dass ein durch die Filtereigenschaften definierter Transmissionspeak im Wesentlichen das Spektrum 28 der Diode einschliesst. Durch das Anlegen der Spannung kann der Peak so verschoben werden, dass die Mittenwellenlänge des Filterspektrums 29b Interferenzfilters mit der Emissionswellenlänge λ_{LD} möglichst übereinstimmt und somit eine optimale Filterung bzw. Transmission erreicht werden kann.

[0056] In Figur 9b sind jeweils die Emissionswellenlängen λ_{LD1} und λ_{LD2} zweier Laserdioden und ein Interferenzspektrum 29a eines Filters gezeigt. Das Verschieben 39 des Interferenzspektrums 29a derart, dass jeweils entweder Licht der Wellenlänge λ_{LD1} oder der Wellenlänge λ_{LD2} gefiltert wird, kann hierbei wiederum mittels Anlegen bzw. Verändern einer Spannung und einer damit erfolgenden Veränderung des Abstand zwischen den Spiegelementen des Filters und/oder Veränderung des Brechungsindex der Kavität erfolgen. Eine derartige Anwendung des Filters kann beispielsweise bei der Verwendung von zwei unterschiedlichen Laserquellen zusammen mit einem gemeinsamen Empfänger geeignet sein. Das Interferenzspektrum 29a,29b kann dann in Abhängigkeit der zu messenden Laserstrahlung auf die jeweilige Laserwellenlänge λ_{LD1} , λ_{LD2} eingestellt werden. Somit kann die Anordnung eines abstimmbaren Interferenzfilters in einem von zwei Strahlquellen gemeinsam genutzten Strahlengang sowohl für die effektive Filterung der ersten als auch für die Filterung der zwei-

ten Strahlung verwendet werden und demnach einen geringen konstruktiven und finanziellen Aufwand hinsichtlich der Produktion eines optischen Bauteils bedeuten.

[0057] Figur 10 zeigt einen erfindungsgemässen optischen Aufbau 50 z.B. einer Vermessungsvorrichtung, insbesondere eines Theodoliten, einer Totalstation oder eines Laserscanners, für Entfernungsmessung mit einem abstimmbaren Interferenzfilter 51. In der Vorrichtung sind weiters zwei Laserdioden 52,53 als Strahlquellen angeordnet, welche jeweils eine charakteristische Laserstrahlung emittieren und einen gemeinsamen Strahlengang 54 nutzen (die emittierten Strahlungen können sich dabei wesentlich hinsichtlich ihrer Wellenlängen unterscheiden). Das Licht wird über Spiegel-, Fokussier- und/oder Aufweitungsoptiken auf ein Objekt 55, insbesondere einen Reflektor, geführt und vom Objekt 55 reflektiert. Das reflektierte Licht wird wiederum mit dem optischen Aufbau 50 erfasst und auf einen Detektor 56, der zur Detektion von sowohl der Strahlung der ersten als auch der zweiten Laserdiode 52,53 ausgebildet ist, geführt. Zudem ist dem Detektor 56 das abstimmbare Interferenzfilter 51 vorgelagert, wobei das Filter 51 gemäss einer der Figuren 4a,4b,5 ausgeführt sein kann. Die mit dem Filter 51 zu extrahierende Strahlung kann durch ein individuelles Anpassen des Interferenzspektrums (gemäss Figur 9b) des Filters 51 eingestellt werden. Dabei kann beispielsweise jeweils eine Wellenlänge für jede Diode 52,53 bei definierten Bedingungen (z.B. Temperatur, Strom) bekannt und im System hinterlegt sein. Ausgehend davon kann das Filter einen bestimmten Wellenlängenbereich um diese bekannten Laserwellenlängen durchfahren und gleichzeitig mittels des Detektors 56 eine empfangene Intensität gemessen werden und somit eine geeignete Einstellung für einen Messvorgang gefunden werden. Insbesondere kann von den emittierten Strahlungen jeweils ein Referenzstrahl ausgekoppelt werden und die Wellenlänge dieses Strahls fortlaufend mittels eines weiteren Detektors gemessen werden. Das Filter 51 kann dann in Abhängigkeit der jeweils gemessenen Wellenlänge eingestellt werden. Hierzu kann z.B. eine Zuordnungstabelle vorgesehen sein, die einen Zusammenhang zwischen der mit dem Filter 51 extrahierbaren Wellenlänge und der am Filter 51 hierfür anzulegenden Spannung (bzw. dem Abstand zwischen den Spiegelementen und dem Brechungsindex) herstellt. Ausserdem kann, insbesondere fortlaufend, die Temperatur der Laseremitter 52,53 und der anliegende Strom bestimmt werden und mittels einer gespeicherten Zuordnungsfunktion oder -tabelle) das Filter 51 derart angepasst werden, dass die jeweils emittierte Strahlung in geeigneter Weise gefiltert wird.

[0058] Figur 11 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen optischen Aufbaus 50 insbesondere einer Vermessungsvorrichtung für Entfernungsmessung und automatisierter Richtungsmessung (ATR) mit drei Laserquellen 52,53,58 und zwei Detektoren 56,59, wobei der Detektor 59 als PSD, CCD oder CMOS ausgebildet sein kann und zur automatischen Zielverfol-

gung verwendet werden kann. Die mit den Lasern 52,53,58 emittierten Strahlungen können sich wellenlängengemäss unterscheiden und werden derart geführt, dass ein gemeinsamer Strahlengang 54 für diese verwendet wird und die Laserstrahlen jeweils an einem Objekt 55 reflektiert werden. Vor die beiden Detektoren 56,59 sind wiederum jeweils abstimmbare Interferenzfilter 51,57 vorgeschaltet, um einfallendes, störendes Umgebungslicht herauszufiltern und am Auftreffen auf den Detektoren 56,59 zu hindern. Aufgrund des Driftverhaltens der Laserdioden 52,53,58 können die jeweils zu filternden Wellenlängen durch ein Abstimmen des Abstandes der Spiegelflächen in den Filtern eingestellt werden. Dieses Einstellen kann z.B. hinsichtlich zweier mit einem Filter zu extrahierenden Wellenlängen gemäss Figur 9b oder allein aufgrund des Wellenlängendriffs gemäss Figur 9a erfolgen.

[0059] Figur 12 zeigt eine erfindungsgemässe Anwendung eines einstellbaren Interferenzfilters zur Baumaschinensteuerung. Dabei ist ein Laseremitter 61 im Gelände positioniert und an einer Baumaschine 63 ein Empfänger 62 für den Empfang der durch den Emitter 61 emittierten Strahlung vorgesehen. Der Empfänger 62 verfügt über ein abstimmbares Interferenzfilter. Somit kann beispielsweise der Empfänger 62 einem Drift der emittierten Strahlung, insbesondere temperaturbedingt, durch ein fortlaufendes Regeln des Interferenzspektrums angepasst werden und ein Abhalten von Umgebungsstrahlung verlässlich realisiert werden.

[0060] Es versteht sich, dass diese dargestellten Figuren nur mögliche Ausführungsbeispiele schematisch darstellen. Die verschiedenen Ansätze können erfindungsgemäss ebenso miteinander sowie mit Verfahren und Vorrichtungen zur Entfernungsmessung und mit Messgeräten des Stands der Technik kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Optisches Messsystem zur Bestimmung von Koordinaten von Punkten, insbesondere zur Entfernungsmessung, insbesondere geodätisches Vermessungsgerät, Koordinatenmessmaschine oder Scannvorrichtung, mit

- einer Strahlungsquelle (52,53,58) zur Emission elektromagnetischer Strahlung mit einer Emissionswellenlänge ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4, \lambda_{LD}, \lambda_{LD1}, \lambda_{LD2}$) und
- einer Empfangseinheit mit

- einer Filtereinheit (51,57) zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung eines definierten Wellenlängenbereichs (22) nach dem Interferenzprinzip und
- einem derart angeordneten Detektor (56,59), dass die mittels der Filtereinheit

(51,57) extrahierbare Strahlung mit dem Detektor (56,59) erfassbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Filtereinheit (51,57) aufweist

- wenigstens zwei mehrschichtig aufgebaute, zumindest teilreflektierende Spiegelemente (31a,31b), wobei die Spiegelemente (31a, 31b) im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und jeweils zwei benachbarte Spiegelemente (31a,31b) eine Kavität (40) einschliessen und mit einem bestimmten Abstand (32) zueinander angeordnet sind, wobei durch einen Brechungsindex der Kavität (40) und durch den Abstand (32) zwischen den Spiegelementen (31a,31b) eine optische Dicke definiert ist, und
- Optische-Dicke-Veränderungsmittel zur Variation der optischen Dicke, sodass ein extrahierbarer Wellenlängenbereich (22) der Filtereinheit (51,57) verändert wird, insbesondere wobei die Optische-Dicke-Veränderungsmittel Stellmittel zu einer Lageveränderung (32) der Spiegelemente (31a,31b) und/oder Brechindex-Einstellmittel zu einer Veränderung des Brechungsindex der Kavität (40) aufweisen, insbesondere wobei die optische Dicke im Betrieb fortlaufend variierbar ist.

2. Optisches Messsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsystem eine Regelungseinheit aufweist, wobei die Regelungseinheit derart mit den Optische-Dicke-Veränderungsmitteln zusammenwirkt, dass die optische Dicke so variierbar ist, insbesondere automatisch, dass die Emissionswellenlänge ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4, \lambda_{LD}, \lambda_{LD1}, \lambda_{LD2}$) der emittierten Strahlung innerhalb des extrahierbaren Wellenlängenbereichs (22) liegt.

3. Optisches Messsystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelungseinheit derart mit den Optische-Dicke-Veränderungsmitteln und dem Detektor (56,59) zusammenwirkt, dass die optische Dicke in Abhängigkeit einer Detektion des Detektors (56,59) einstellbar ist.

4. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optische Dicke mittels der Optische-Dicke-Veränderungsmittel derart einstellbar ist, dass ein mittels des Detektors (56,59) erfasster Messwert einen definierten Schwellwert überschreitet, insbesondere einen Maximalwert erreicht.

5. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche

- 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der extrahierbare Wellenlängenbereich (22) definiert ist durch eine ein Extraktionsmaximum repräsentierende Mittenwellenlänge (λ_3) und einen in Abhängigkeit eines Extraktionsniveau-Wellenlängen-Verlaufs definierten Toleranzbereich um die Mittenwellenlänge (λ_3).
6. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Filtereinheit (51,57) transmittierend oder reflektierend ausgebildet ist, insbesondere wobei die Filtereinheit (51,57) derart ausgebildet ist, dass eine Reflexion oder Transmission von elektromagnetischer Strahlung innerhalb des extrahierbaren Wellenlängenbereichs (22) erfolgt.
7. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
 aus der mittels der Optische-Dicke-Veränderungsmittel durchführbaren Variation der optischen Dicke eine Extraktionswellenlänge für die extrahierte Strahlung ableitbar ist, insbesondere mittels einer Messung mit dem Detektor (56, 59).
8. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
 ein Teil der von der Strahlquelle (52,53,58) emittierten elektromagnetischen Strahlung mit einem Strahlauskoppelement als Referenzstrahl auskoppelbar und eine Referenzwellenlänge mit einem Sensor messbar ist und die optische Dicke in Abhängigkeit der gemessenen Referenzwellenlänge derart einstellbar ist, dass die Referenzwellenlänge im extrahierten Wellenlängenbereich (22) liegt.
9. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Detektor (56,59) als Photodiode, CMOS- oder PSD-Flächensensor ausgebildet ist und/oder das Messsystem zumindest eine weitere Strahlquelle mit einer weiteren Emissionswellenlänge aufweist.
10. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die optische Dicke mittels Beaufschlagung der Optische-Dicke-Veränderungsmittel mit einem elektrischen Steuersignal, vorzugsweise einer Spannung, einstellbar ist, wobei die optische Dicke in Abhängigkeit von einem beaufschlagten Steuersignalwert einstellbar ist.
11. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Kavität (40) ein optisch veränderbares Medium mit einem Materialbrechungsindex aufweist, insbesondere wobei das Medium durch ein elektroaktives Polymer verkörpert wird und der Materialbrechungsindex mittels des elektronischen Steuersignals, insbesondere durch Anlegen einer Spannung, definiert veränderbar ist, sodass die optische Dicke verändert wird.
12. Optisches Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das System eine Datenbank aufweist, in der eine Zuordnungstabelle mit Abständen (32) der Spiegelelemente (31a,31b) und jeweiligen Wellenlängenbereichen (22) gespeichert ist, insbesondere wobei die jeweiligen Wellenlängenbereiche (22) in Abhängigkeit von Brechungsindizes der Kavität (40) gespeichert sind, insbesondere wobei der Abstand (32) zwischen den Spiegelementen (31a,31b) und/oder der Brechungsindex der Kavität (40) in Abhängigkeit einer definierten zu extrahierenden Wellenlänge (22) mittels der Zuordnungstabelle einstellbar ist.
13. Optisches Messsystem nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
 in der Datenbank eine Parametrisierung für die Strahlquelle (52, 53, 58) zur Bestimmung der Emissionswellenlänge ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4, \lambda_{LD}, \lambda_{LD1}, \lambda_{LD2}$) gespeichert ist und der Abstand (32) zwischen den Spiegelementen (31a,31b) und/oder der Brechungsindex der Kavität (40) in Abhängigkeit von Parametern der Parametrisierung einstellbar ist, insbesondere eine Abhängigkeit der Emissionswellenlänge ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4, \lambda_{LD}, \lambda_{LD1}, \lambda_{LD2}$) von Strom und/oder Temperatur der Strahlquelle (52,53,58) repräsentierende Parametrisierung.
14. Verwendung einer Filtereinheit (51,57)
- mit wenigstens zwei mehrschichtig aufgebauten, zumindest teilreflektierenden Spiegelementen (31a,31b), wobei die Spiegelemente (31a,31b) im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und jeweils zwei benachbarte Spiegelemente (31a,31b) eine Kavität (40) einschliessen und mit einem bestimmten Abstand (32) zueinander angeordnet sind, wobei durch einen Brechungsindex der Kavität (40) und durch den Abstand (32) zwischen den Spiegelementen (31a,31b) eine optischen Dicke definiert ist, und
 - mit Optische-Dicke-Veränderungsmitteln zur Variation der optischen Dicke, sodass ein extra-

hierbarer Wellenlängenbereich (22) der Filtereinheit (51,57) verändert wird, insbesondere wobei die Optische-Dicke-Veränderungsmittel Stellmittel zu einer Lageveränderung (32) der Spiegelemente (31a,31b) und/oder Brechindex-Einstellmittel zu einer Veränderung des Brechungsindex der Kavität (40) aufweisen, insbesondere wobei die optische Dicke im Betrieb fortlaufend variierbar ist, in einem optischen Messsystem zur Bestimmung von Koordinaten von Punkten, insbesondere zur Entfernungsmessung, insbesondere geodätisches Vermessungsgerät, Koordinatenmessmaschine oder Scannvorrichtung, zur Extraktion elektromagnetischer Strahlung des definierten Wellenlängenbereichs (22) nach dem Interferenzprinzip.

15. Messverfahren zum Bestimmen von Koordinaten von Punkten, insbesondere zum Entfernungsmessen, insbesondere mit geodätischem Vermessungsgerät, Koordinatenmessmaschine oder Scannvorrichtung, mit
- einem Emittieren elektromagnetischer Strahlung mit einer Emissionswellenlänge ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4, \lambda_{LD}, \lambda_{LD1}, \lambda_{LD2}$),
 - einem Extrahieren elektromagnetischer Strahlung eines definierten Wellenlängenbereichs (22) nach dem Interferenzprinzip und
 - einem Erfassen der extrahierten Strahlung, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Extrahieren der elektromagnetischen Strahlung anhand einer Filtereinheit (51, 57) erfolgt, wobei
 - die Filtereinheit (51, 57) wenigstens zwei mehrschichtig aufgebaute, zumindest teilreflektierende Spiegelemente (31a,31b) aufweist, wobei die Spiegelemente (31a,31b) im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und jeweils zwei benachbarte Spiegelemente (31a,31b) eine Kavität (40) einschliessen und mit einem bestimmten Abstand (32) zueinander angeordnet sind und wobei durch einen Brechungsindex der Kavität (40) und durch den Abstand (32) zwischen den Spiegelementen (31a,31b) eine optische Dicke definiert ist, und
 - die optische Dicke variiert wird, sodass dadurch ein extrahierbarer Wellenlängenbereich (22) der Filtereinheit (51,57) so verändert wird, dass die Emissionswellenlänge innerhalb des extrahierbaren Wellenlängenbereichs (22) liegt, insbesondere wobei ein Lageändern der Spiegelemente (31a,31b) und/oder ein Verändern des Brechungsindex erfolgt, insbesondere fortlaufend.

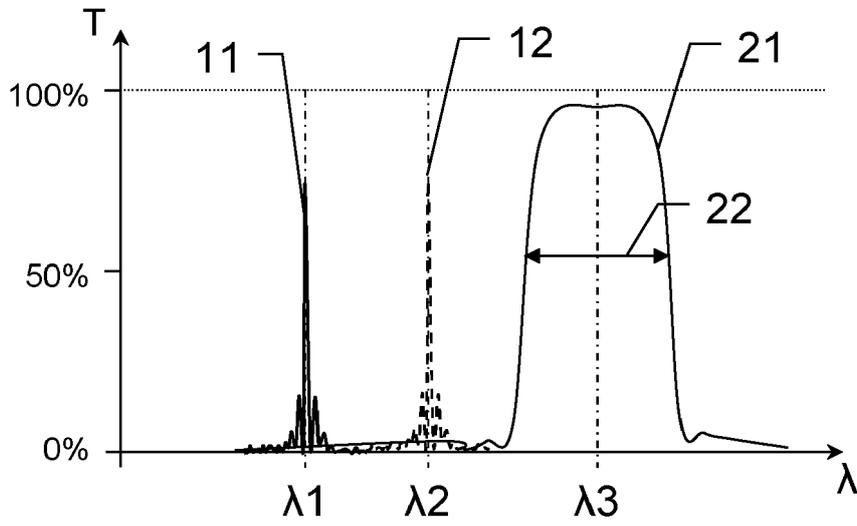


Fig.1a

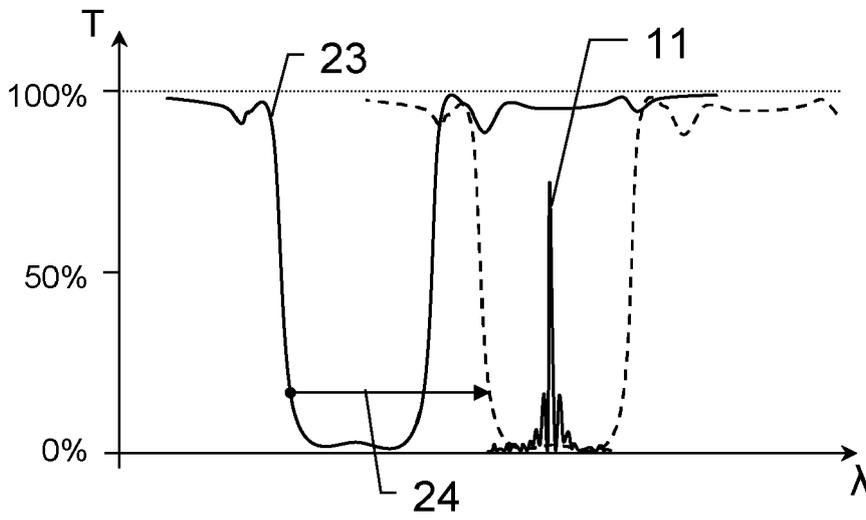


Fig.1b

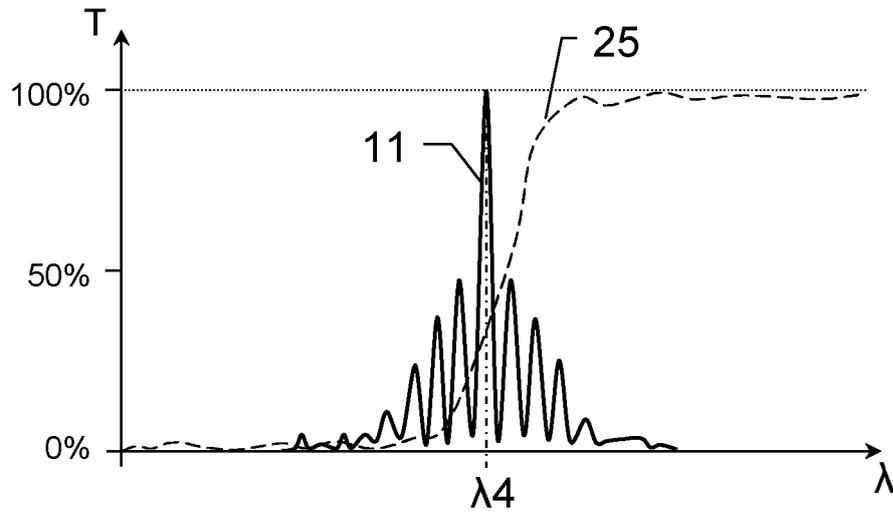


Fig. 2

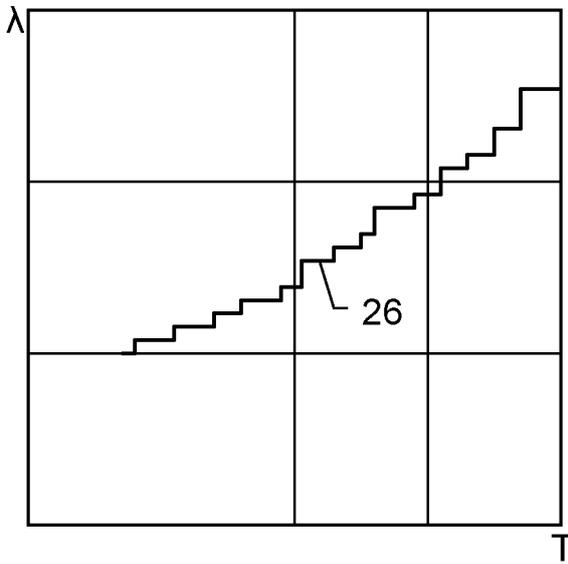


Fig. 3a

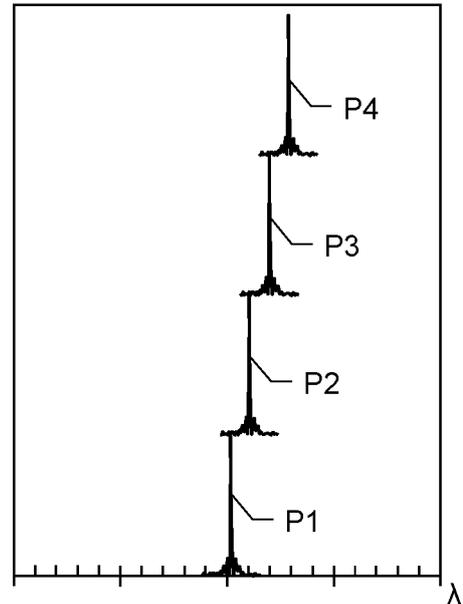


Fig. 3b

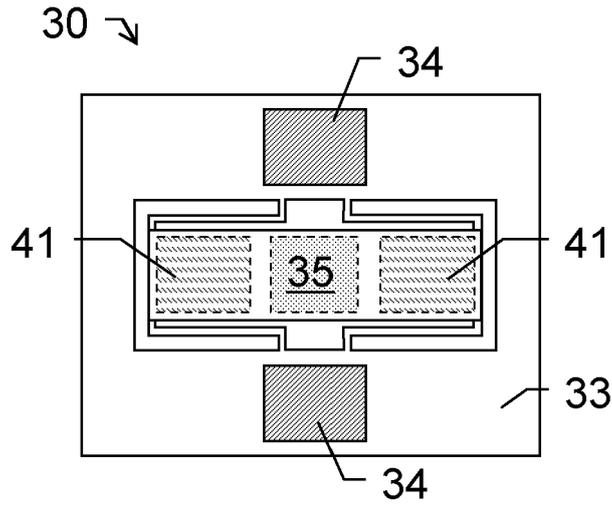


Fig. 4a

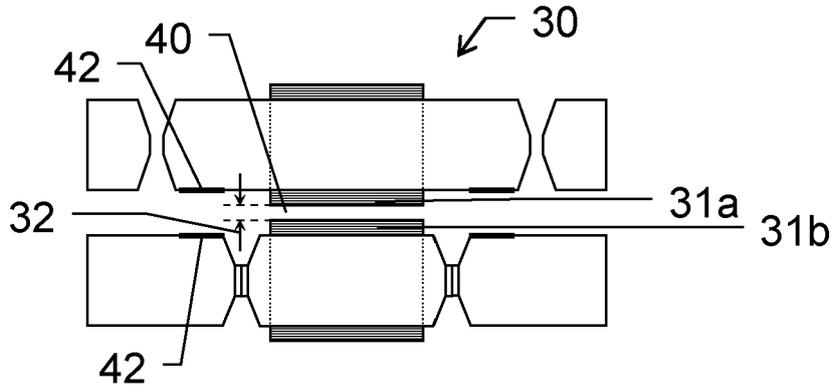


Fig. 4b

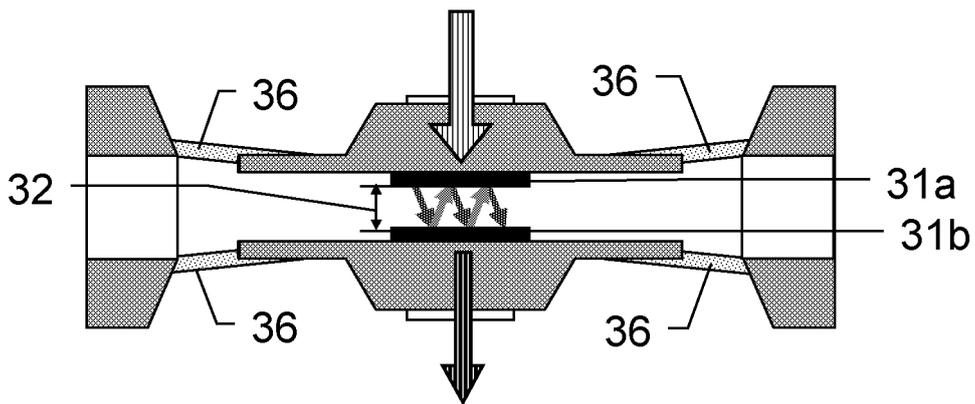


Fig. 5

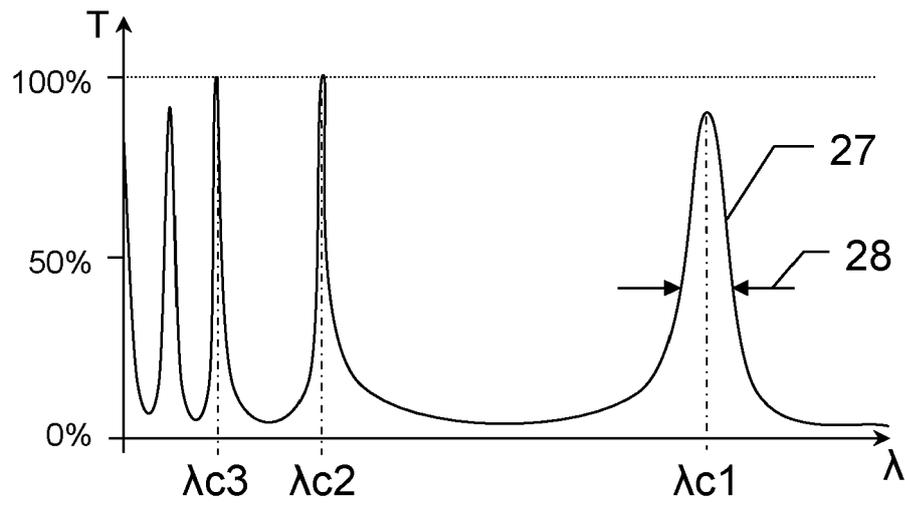


Fig.6

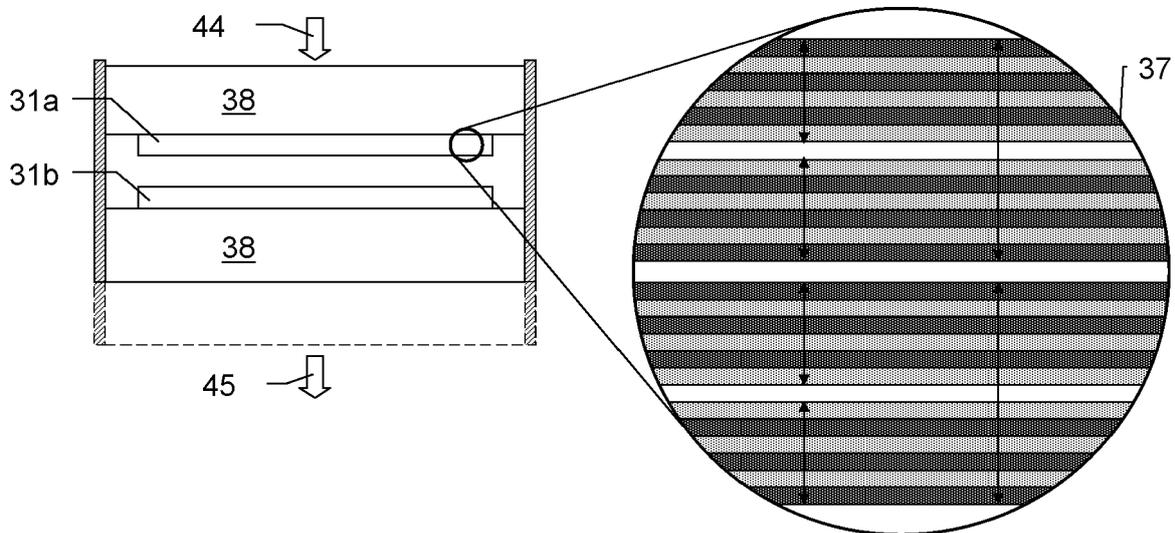


Fig.7

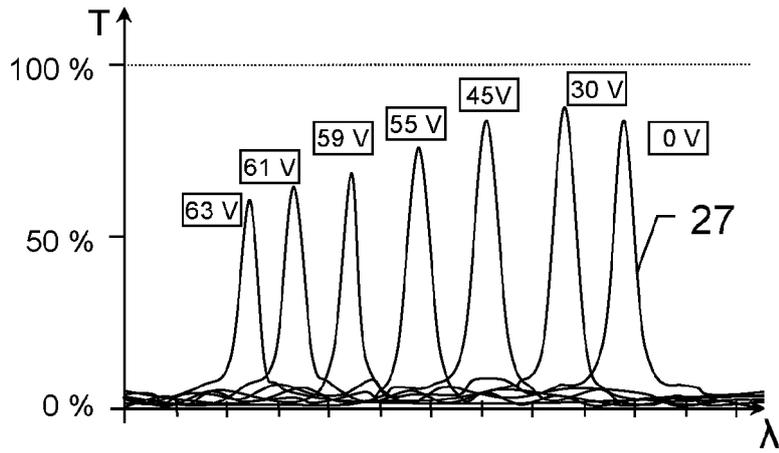


Fig. 8

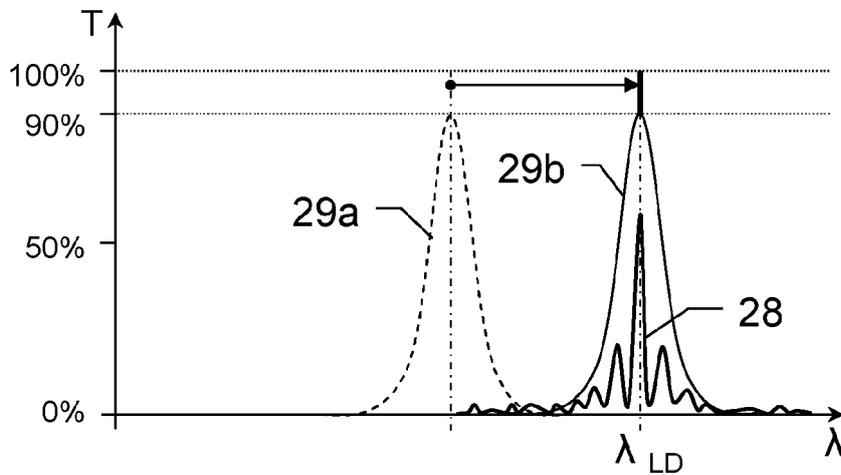


Fig. 9a

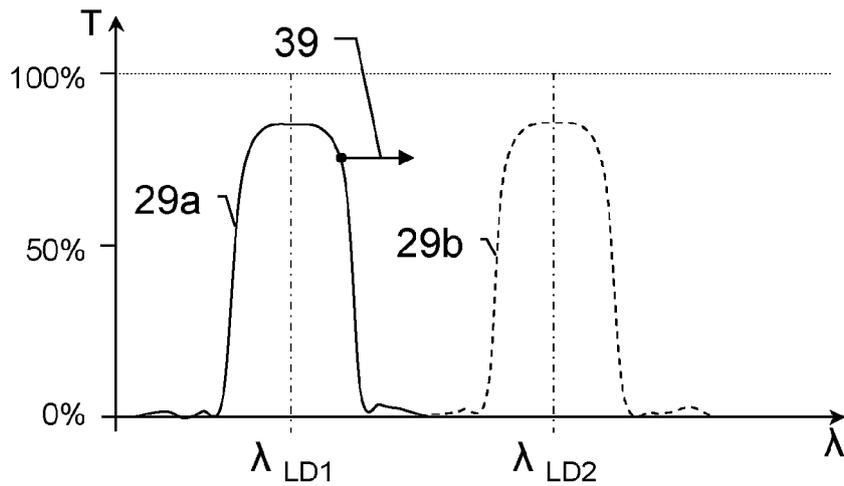


Fig. 9b

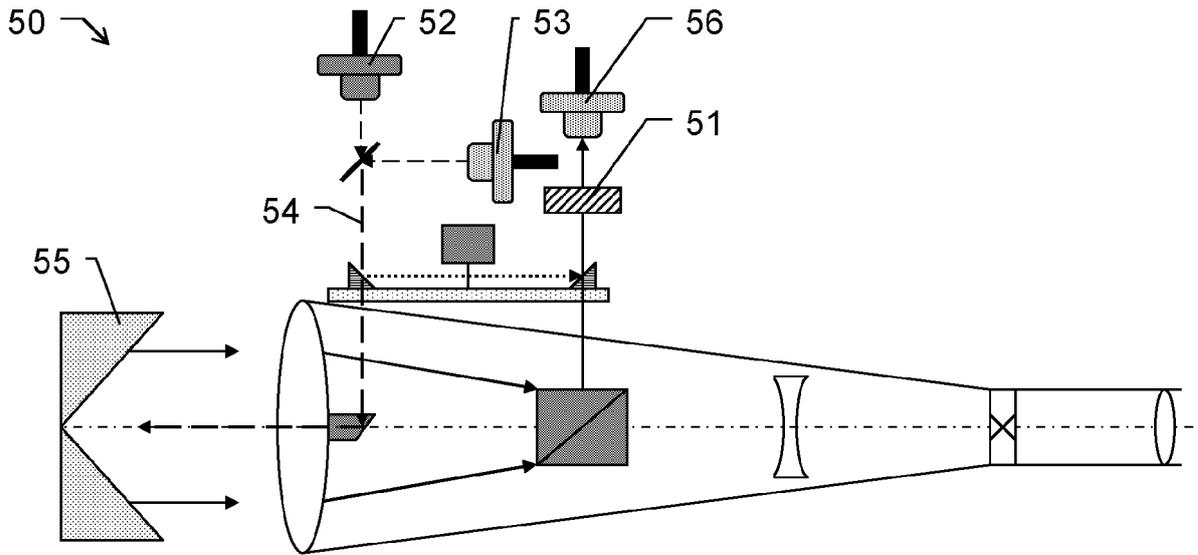


Fig.10

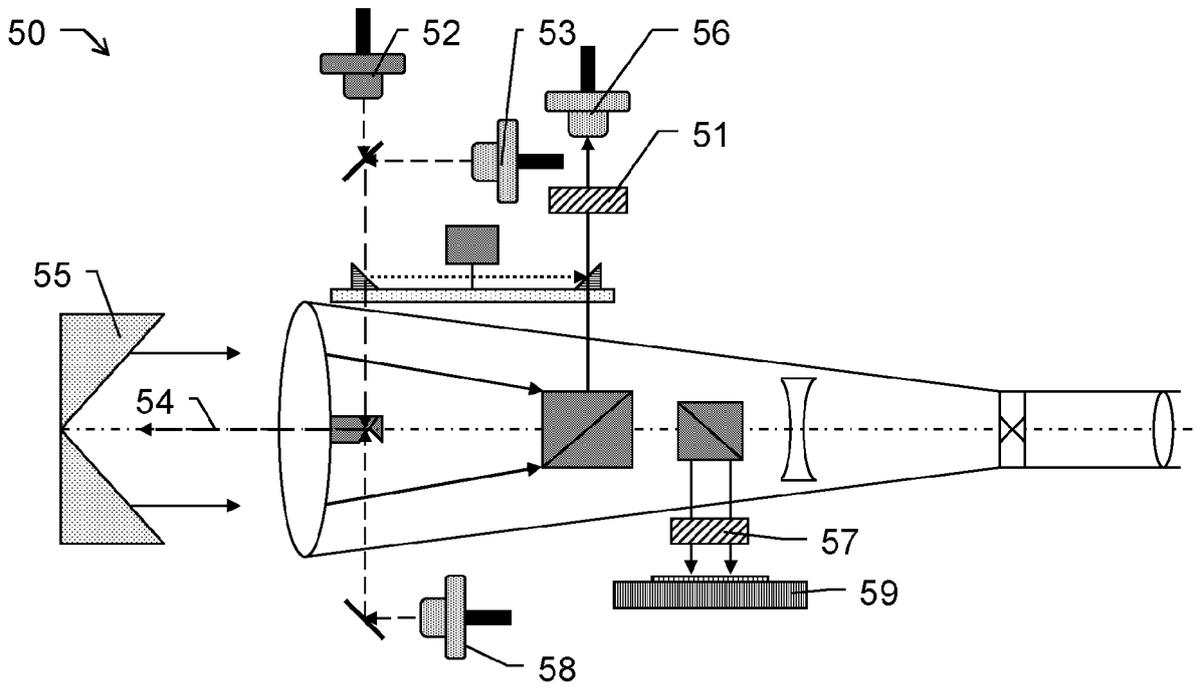


Fig.11

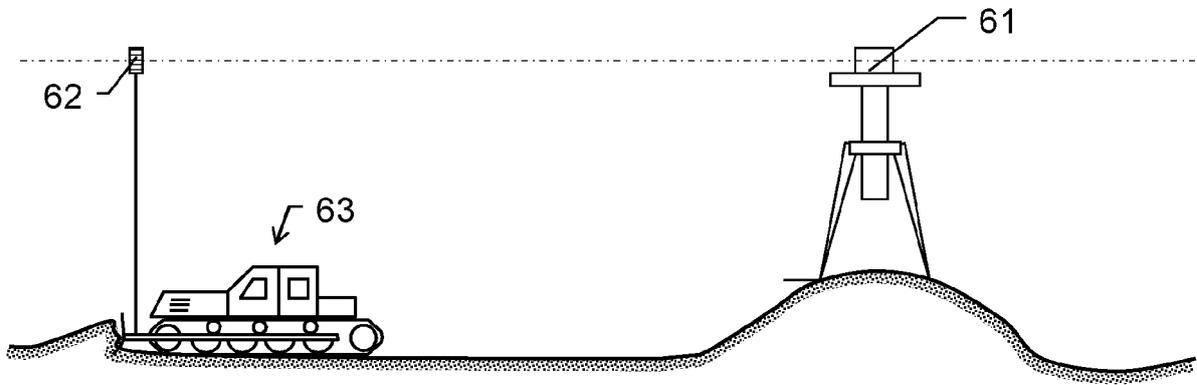


Fig.12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 17 5392

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 2004/178322 A1 (KANEKO KENJI [JP] ET AL) 16. September 2004 (2004-09-16) * Absätze [0078] - [0090] *	1-15	INV. G01C1/02 G02B5/28
Y	EP 2 120 082 A1 (OLYMPUS CORP [JP]) 18. November 2009 (2009-11-18) * das ganze Dokument *	1-15	
Y	US 2001/024270 A1 (SHIRAI MASAMI [JP] ET AL) 27. September 2001 (2001-09-27) * Absätze [0036] - [0052] *	1-15	
Y	US 2010/142067 A1 (HANAMURA YUKI [JP] ET AL) 10. Juni 2010 (2010-06-10) * Absätze [0068] - [0073]; Abbildungen 2-5 *	1-15	
Y	EP 0 498 375 A1 (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE [JP]) 12. August 1992 (1992-08-12) * Seiten 8-10; Abbildung 4 *	1-15	
Y	US 2003/173499 A1 (COLE BARRETT E [US] ET AL) 18. September 2003 (2003-09-18) * Absätze [0026] - [0045], [0054]; Abbildungen 1,9 *	1-15	
Y	WO 97/40420 A1 (SECR DEFENCE BRIT [GB]; LEWIS KEITH LODER [GB]; MASON IAN ROBERT [GB];) 30. Oktober 1997 (1997-10-30) * Seite 7; Abbildungen 5,6 *	1-15	
Y	US 2005/018301 A1 (UEHARA NOBORU [JP]) 27. Januar 2005 (2005-01-27) * Absätze [0045] - [0076] *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G01C G02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 28. Februar 2012	Prüfer Damp, Stephan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503_03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 17 5392

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-02-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004178322 A1	16-09-2004	US 2004178322 A1	16-09-2004
		US 2004246462 A1	09-12-2004
EP 2120082 A1	18-11-2009	EP 2120082 A1	18-11-2009
		JP 2008197362 A	28-08-2008
		US 2010103522 A1	29-04-2010
		WO 2008099817 A1	21-08-2008
US 2001024270 A1	27-09-2001	DE 10121288 A1	20-12-2001
		JP 2001317938 A	16-11-2001
		US 2001024270 A1	27-09-2001
US 2010142067 A1	10-06-2010	CN 101750731 A	23-06-2010
		CN 102354047 A	15-02-2012
		JP 2010139552 A	24-06-2010
		US 2010142067 A1	10-06-2010
EP 0498375 A1	12-08-1992	CA 2060576 A1	05-08-1992
		DE 69202993 D1	27-07-1995
		DE 69202993 T2	07-12-1995
		EP 0498375 A1	12-08-1992
		US 5321539 A	14-06-1994
US 2003173499 A1	18-09-2003	AU 2003225831 A1	08-10-2003
		US 2003173499 A1	18-09-2003
		US 2003173504 A1	18-09-2003
		US 2004217264 A1	04-11-2004
		US 2004218187 A1	04-11-2004
		US 2006054795 A1	16-03-2006
		WO 03081190 A2	02-10-2003
WO 9740420 A1	30-10-1997	DE 69718782 D1	06-03-2003
		DE 69718782 T2	23-10-2003
		EP 0895612 A1	10-02-1999
		GB 2326731 A	30-12-1998
		US 6271899 B1	07-08-2001
		WO 9740420 A1	30-10-1997
US 2005018301 A1	27-01-2005	JP 2005003806 A	06-01-2005
		US 2005018301 A1	27-01-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1686350 A [0003]
- EP 2219011 A [0005]
- DE 19710722 [0005]
- DE 19926706 [0005]
- DE 19949580 [0005]
- EP 1081459 A [0005]
- EP 1662278 A [0005]
- DE 19840049 [0017]
- DE 10121288 [0019]